

улучшение количественных и качественных показателей работы участка.

Эффективность данной технологии подтверждается финансовыми результатами деятельности ОАО «РЖД» [1]. Экономия за 2015 г. составила более 400 млн кВт·ч, при этом экономический эффект превысил 1 млрд рублей, а по итогам 2016 г. – 737 млн. кВт·ч на сумму более 2 млрд руб.

Таким образом, внедрение АПК «ЭЛЬБРУС» является одним из приоритетных направлений в информатизации железнодорожного транспорта. В результате происходит экономия эксплуатационных расходов, в том числе за счет энергосбережения.

#### Список использованной литературы

1. АПК Эльбрус [Электронный ресурс]. URL: <http://elbrus-r.ru/> (дата обращения: 12.11.2017).
2. Маслов М. В. Оперативное перестроение графика движения поездов в аппаратно-программном комплексе для построения прогнозных графиков движения на основе имитационного моделирования "Эльбрус" // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. статей по мат. XXXVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10 (36). [Электронный ресурс]. URL: [http://sibac.info/archive/technic/10\(36\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/10(36).pdf) (дата обращения: 12.11.2017).
3. Кирякин В. Ю., Новгородцева А. В. Полигонная технология формирования прогнозных вариантных графиков с использованием АПК «Эльбрус» // Бюллетень объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2014. № 1. С. 16–20.
4. Реализация полигонной технологии с использованием АПК «Эльбрус» / В. Ю. Кирякин [и др.] // Железнодорожный транспорт. 2014. № 6. С. 18–24.

УДК 662.76

## **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПИЛОТНОГО ПОТОЧНОГО ГАЗИФИКАТОРА ПРИ ПОВЫШЕНИИ ДАВЛЕНИЯ ГАЗИФИКАЦИИ**

## **NUMERICAL STUDY OF ENTRAINED-FLOW PILOT GASIFIER AT ELEVATED PRESSURE GASIFICATION**

Ральников П. А., Рыжков А. Ф.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
ral-pavel@mail.ru

Ralnikov P. A., Ryzhkov A. F.  
Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе выполнено численное исследование процесса газификации твердого топлива в газификаторе ОАО «НПО ЦКТИ». По результатам исследования экспериментального режима сделаны выводы о неполноте протекания процесса в установке. В качестве варианта интенсификации процесса был выбран метод повышения давления газификации. Проведено численное исследование, проанализированы результаты, а также получены точные данные о возможности изменения габаритов установки.

**Abstract:** In the work the numerical study of the process of gasification of solid fuel in the gasifier, JSC "NPO CKTI". The results of the study the experimental treatment conclusions about the incompleteness of the process to install. Alternatively, the process intensification method was chosen increase in pressure gasification. A numerical study, analyzed the results, and also obtained accurate data on the possibility of changing the dimensions of the plant.

**Ключевые слова:** газификация, вычислительная гидродинамика, твёрдое топливо, кислородное дутьё, поточный газификатор.

**Key words:** gasification, CFD, solid fuel, oxygen-blowing, entrained-flow gasifier.

Моделирование процессов, происходящих в установках и понимание закономерностей влияния того или иного фактора на эффективность процесса отрывает перед нами возможность для дальнейшей оптимизации оборудования и усовершенствования процесса поточной угольной газификации. Таким образом, задача

численного исследования процесса и оборудования для поточной газификации является актуальной.

Одним из наиболее доступных для проведения исследования является поточный газификатор ОАО «НПО ЦКТИ», на примере которого и было решено произвести численное исследования процесса поточной кислородной газификации.

Газификатор ЦКТИ (рис. 1) представляет собой вертикально расположенный сосуд, в верхней половине которого расположена камера газификации, а в нижней – камера охлаждения. В ЦКТИ части соединены друг с другом водоохлаждаемым кольцом и не имеют пережимов. Габаритные размеры и параметры работы газификаторов представлены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Параметры работы установки

Параметр	ЦКТИ
Диаметр, м	0,21
Длина, м	1,6
Расход топлива, кг/ч	12
Транспортирующий агент	Азот
Расход транспортирующего агента, кг/с	0,0001736
Состав дутья, об. %	O <sub>2</sub> = 96; N <sub>2</sub> =4
Рабочее давление, МПа	0,1
Мощность, кВт	30-160

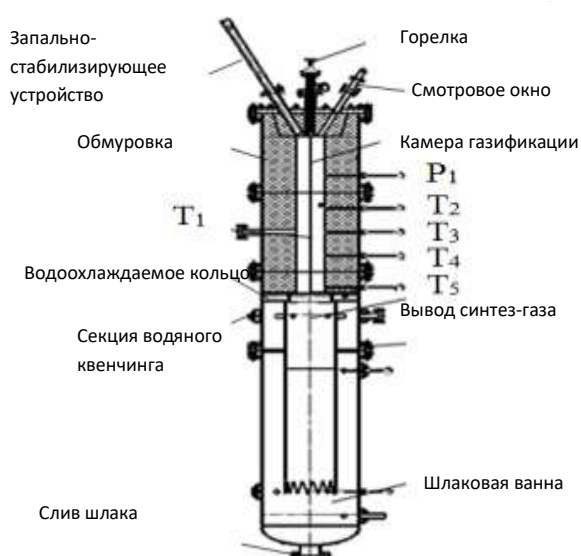


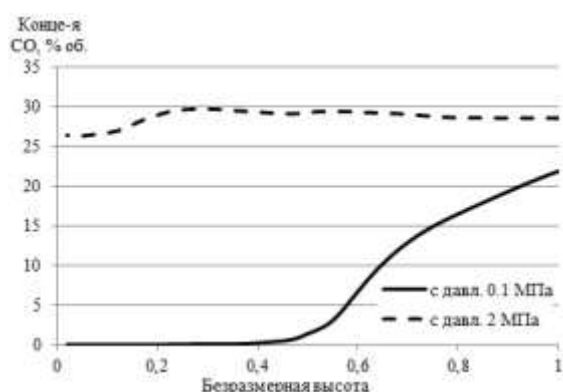
Рис. 1. Пилотный газификатор НПО ЦКТИ

Ранее было произведено численное исследование экспериментального режима работы, результаты которого описаны в работах[2]. По результатам исследования получено, что процентное содержание компонентов H<sub>2</sub>,

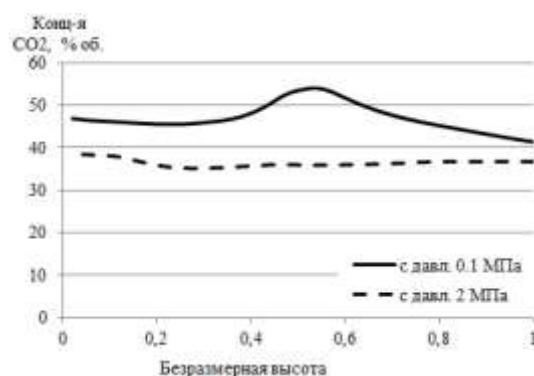
H<sub>2</sub>O, CO и CO<sub>2</sub> не перестаёт меняться даже на выходе из

газификатора, следовательно высоты установки не хватает для достижения равновесия. Таким образом, при такой организации процесса времени пребывания частиц не хватает для завершения процесса газификации, следовательно, имеет смысл пробовать интенсифицировать процесс.

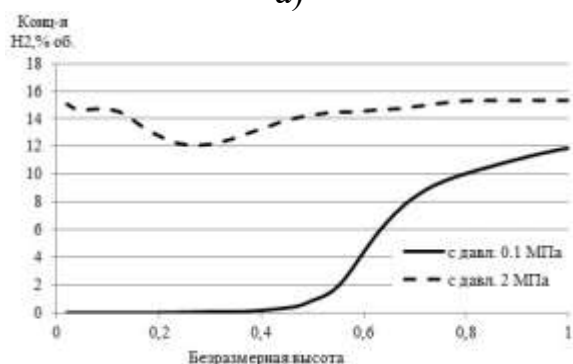
Поскольку сам газификатор спроектирован для работы с давлением до 2 МПа, то именно повышение давления в установке было выбрано как наиболее простой и эффективной способ повышения эффективности процесса.



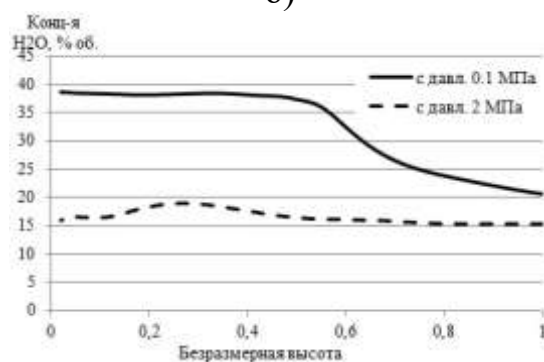
а)



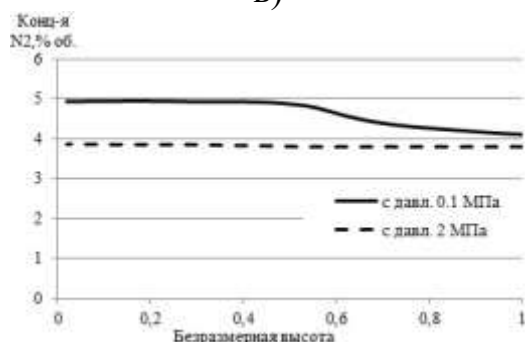
б)



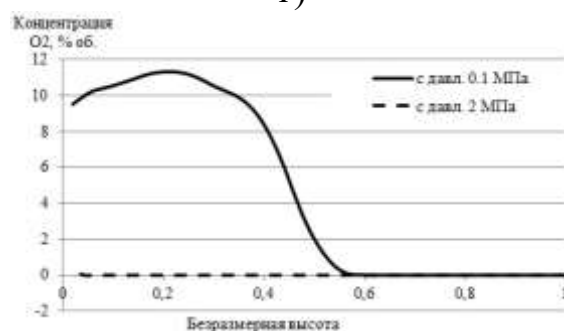
в)



г)



д)



е)

Рис. 2. Распределение параметров в продольном сечении газификатор при экспериментальном режиме (с давл. 0,1 МПа) и при работе с давлением 2 МПа  
а) температура; б) объемная концентрация CO; в) CO<sub>2</sub>; г) H<sub>2</sub>; д) H<sub>2</sub>O; е) N<sub>2</sub>; ж) O<sub>2</sub>

Для удобства сравнения были построены графики (рис. 2) распределения параметров по высоте газификатора для экспериментального режима работы (при давлении 0,1 МПа) и при работе с давлением 2 МПа.

По результатам численного исследования можно сказать, что увеличение давления до 2 МПа достаточно сильно интенсифицирует процесс. Это можно заметить по поведению объемных концентраций СО и СО<sub>2</sub>, а также Н<sub>2</sub> и Н<sub>2</sub>О. Изменение объемных концентраций СО и СО<sub>2</sub> завершается уже к 0,3 высоты установки. Что касается Н<sub>2</sub>О и Н<sub>2</sub>, то они стабилизируются до 0,75 высоты установки.

Таким образом, учитывая все описанные факторы можно сделать вывод о том, что при давлении 2 МПа достаточно 75 % высоты газификатора. Исходя из этого, можно заключить, что повышение давления с 0,1 до 2 МПа значительно интенсифицирует процесс и сокращает высоту установки до 1,2 м.

#### Список использованных источников

1. Абаимов Н. А., Шурчалин А. А., Шестаков Н. С., Осипов П. В., Рыжков А. Ф. Экспериментальное и численное исследование поточной газификации угля при повышенном давлении и различных составах дутья // Горение топлива: теория, эксперимент, приложения: материалы IX Всероссийской конференции с международным участием (16–18 ноября 2015 г., Новосибирск). Новосибирск : Институт теплофизики СО РАН, 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.twirpx.com/file/1829656/> (дата обращения 25.11.2017)
2. Ральников П. А., Абаимов Н. А., Рыжков А. Ф. Численное исследование процесса газификации в пилотном кислородном поточном газификаторе // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием (ТИМ'2017), Екатеринбург, 11-12 мая 2017 г. Екатеринбург : УрФУ, 2017. С. 113–117.